

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 352 588

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 76 16432

(54) Catalyseur renfermant de l'oxyde de cuivre et de l'oxyde de zinc, sa préparation et son utilisation dans les réactions de conversion de l'oxyde de carbone.

(51) Classification internationale (Int. Cl.²). B 01 J 23/72; C 01 B 1/08; C 07 C 31/06.

(22) Date de dépôt 28 mai 1976, à 9 h.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande B.O.P.I. — «Listes» n. 51 du 23-12-1977.

(71) Déposant : SOCIETE FRANÇAISE DES PRODUITS POUR CATALYSE, résidant en France.

(72) Invention de : André Sugier, Philippe Courty et Edouard Freund.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Institut Français du Pétrole,

Des catalyseurs pour la conversion de l'oxyde de carbone et la synthèse du méthanol, à base d'oxydes de cuivre et d'oxydes de zinc, ont déjà été décrits (LARSON U. S. Patent 1 797 426) et ont fait l'objet d'améliorations afin d'augmenter leur activité et leur longévité.

5 On a découvert que l'activité et surtout la stabilité des catalyseurs à base d'oxyde de cuivre et d'oxyde de zinc étaient fortement augmentées par le mode de préparation et par le stabilisant utilisés selon l'invention.

10 Les éléments constitutifs, oxyde de cuivre et oxyde de zinc ou leurs précurseurs, sont mélangés avec un ciment hydraulique ; on ajoute de l'eau pour obtenir le durcissement du mélange. On peut procéder à la mise en forme avant ou après addition d'eau, selon la technique utilisée, par exemple, pastillage ou dragéification.

15 L'oxyde de cuivre et l'oxyde de zinc peuvent être utilisés soit sous forme d'oxydes, par exemple CuO et ZnO, soit sous forme d'autres composés, par exemple des sels. Selon une technique préférée, on utilise comme précurseurs de ZnO et CuO des sels décomposables thermiquement, tels que les nitrates, les formiates, les acétates ou les carbonates. Cette décomposition est obtenue par chauffage à une température de, par exemple, 200 à 600° C.

20 La teneur pondérale en oxyde de cuivre, exprimée en CuO, est de préférence comprise entre 10 et 60 % et la teneur pondérale en ZnO entre 5 et 40 %, la teneur totale en oxyde de cuivre et oxyde de zinc étant de 30 à 70 % en poids; la teneur en ciment alumineux est, de préférence, de 30 à 70 %. Une composition préférée est approximativement 20-30 % CuO, 20-30 % ZnO et 40-60 % ciment alumineux en poids.

25 La mise en forme peut se faire de toute manière connue, par exemple, par pastillage ou préférentiellement par dragéification. Un des avantages d'utilisation d'un ciment réfractaire est de permettre la dragéification du produit même pour des teneurs importantes en oxydes actifs (jusque 70 % en poids) tout en assurant une très bonne résistance mécanique et une très bonne stabilisation 30 de la phase active.

Par ciment hydraulique, on entend un ciment qui renferme, en poids, de 10

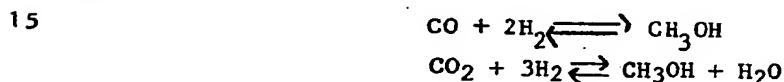
à 50 % de CaO et/ou BaO et de 30 à 85 % de Al_2O_3 , la teneur totale en CaO + BaO + Al_2O_3 étant d'au moins 70 % en poids. D'autres oxydes peuvent être présents comme impuretés, par exemple SiO_2 , Fe_2O_3 et TiO_2 . La teneur en chacun de ces derniers oxydes est de préférence inférieure à 10 % en poids.

5 Le constituant principal de ces ciments est Al_2O_3 , CaO ou Al_2O_3 , BaO.

L'emploi d'un ciment hydraulique est une caractéristique importante de l'invention. On a en effet constaté que l'emploi d'un ciment conventionnel, tel que le ciment Portland, donnait des catalyseurs qui perdaient rapidement leur solidité initiale, en particulier en présence de vapeur d'eau.

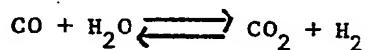
10 On peut favoriser la prise du ciment en ajoutant du carbonate d'ammonium, par exemple sous forme de solution aqueuse ; on utilisera de manière préférentielle les solutions à 10-100 g de carbonate d'ammonium par litre.

Les réactions de conversion de CO et CO_2 par l'hydrogène sont essentiellement les suivantes :



Les conditions de mise en oeuvre, en présence de catalyseurs, sont bien connues. On opère de préférence sous une pression de 20 à 200 bars et à une température de 200 à 300° C.

20 La réaction de conversion de l'oxyde de carbone par la vapeur d'eau est la suivante :



Les conditions de mise en oeuvre sont également bien connues. On opère de préférence entre 150 et 350° C, de préférence entre 170 et 250° C.

25 A titre d'exemple, on a préparé plusieurs catalyseurs. Le catalyseur A est un catalyseur témoin, non conforme à l'invention.

On prépare un catalyseur A de la manière suivante :

On mélange dans un mélangeur broyeur 347 g de carbonate de zinc à 72 % en poids d'oxyde de zinc ZnO et 350 g de carbonate de cuivre basique à 72 % en 30 poids d'oxyde de cuivre avec 500 g d'alumine de $300 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ de surface spécifique.

2352588

Au mélange ainsi obtenu, et broyé à une granulométrie inférieure à 2μ , on ajoute 3 % de graphite puis on forme des pastilles de 5 mm de hauteur et 5 mm de diamètre.

On maintient ensuite 2 heures à 400° C à l'air.

5 Le catalyseur ainsi obtenu a un volume poreux total de 31 ml/100 g et sa résistance mécanique mesurée dans un appareil LHOMARGI est de 60 kg/cm².

Catalyseur B

On mélange dans un malaxeur broyeur 347 g de carbonate de zinc à 72 % en poids d'oxyde de zinc et 350 g de carbonate de cuivre basique à 72 % en poids 10 d'oxyde de cuivre avec 500 g de ciment hydraulique (Super Secar Laffarge).

Le Super Secar Laffarge utilisé à la composition moyenne (en % poids) suivante : $Al_2O_3 = 81$, $CaO = 17$, $Na_2O = 0,8$, $SiO_2 = 0,1$, $Fe_2O_3 = 0,1$, pour chacun des autres constituants la teneur est inférieure à 0,1%.

A la poudre intimement mélangée et dont la finesse est inférieure à 2 15 microns on ajoute 250 ml d'eau. On pastille le produit ainsi obtenu en pastilles de 5 mm de hauteur sur 5 mm de diamètre que l'on laisse mûrir pendant 12 heures en atmosphère saturée d'eau à 40° C puis maintient deux heures à 400° C à l'air.

Le catalyseur ainsi obtenu a un volume poreux total de 29 ml/100 g et sa 20 résistance mécanique mesurée dans un appareil LHOMARGI est de 110 kg/cm².

Catalyseur C

On mélange dans un mélangeur broyeur 347 g de carbonate de zinc à 72 % en poids d'oxyde de zinc et 350 g de carbonate de cuivre à 72 % en poids d'oxyde de cuivre avec 500 g de ciment Super Secar Laffarge. La poudre ainsi obtenue 25 dont la finesse est inférieure à 2 microns est ensuite dragéifiée en billes de 4 à 7 mm de diamètre dans un drageoir tournant en pulvérisant 272 ml d'eau sur la poudre.

Les billes sont ensuite mûries pendant 12 h à 40° C en atmosphère saturée d'eau puis maintenues 2 h à 400° C à l'air.

30 Le catalyseur ainsi obtenu a un volume poreux total de 30 ml/100 g et sa résistance mécanique mesurée dans un appareil LHOMARGI est de 18 kg F.

Catalyseur D

On prépare un catalyseur D de composition identique à celle du catalyseur C et préparé selon la même technique sauf qu'à un moment de la dragéification on pulvérise 275 ml d'une solution à 40 g/l de carbonate d'ammonium.

5 Après un mûrissement et une activation dans les mêmes conditions que le catalyseur C, le catalyseur D a un volume poreux de 32 ml/100 g et sa résistance mécanique mesurée dans un appareil L'HOMARGI est de 24 kg F.

10 On mesure ensuite l'activité catalytique pour la conversion de l'oxyde de carbone par l'eau et par l'hydrogène des différents catalyseurs ainsi préparés. Cette mesure est faite après activation des catalyseurs, sous pression atmosphérique, à 180° C, par passage d'un gaz à 1 % de CO en volume et 99 % d'azote pendant 48 h à une VVH de 500. (Volume de gaz/volume de catalyseur/heure).

15 L'activité pour la conversion de l'oxyde de carbone par l'eau en CO₂ et H₂ des catalyseurs ainsi préparés est mesurée de la façon suivante :

On fait passer, sur 100 ml de catalyseur placé dans un réacteur cylindrique de 30 mm de diamètre dont la température est maintenue à 195° C, un gaz de composition : (en volume %)

20 CO = 4
 CO₂ = 23
 H₂ = 70
 CH₄ + N₂ = 3

et de la vapeur d'eau (rapport vapeur d'eau/gaz à l'entrée = 0,8) avec une VVH (volume de gaz sec par volume de catalyseur par heure) de 8 500 sous une pression de 20 bars. A la sortie du réacteur on analyse les gaz et l'on en déduit le pourcentage d'oxyde de carbone converti en CO₂ et H₂.

$$\frac{\text{moles CO entrée} - \text{moles CO sortie}}{\text{moles CO entrée}}$$

Les résultats obtenus sont donnés ci-après.

2352588

Catalyseur	Heures de fonctionnement	% CO converti
A	1	93
	10	92
	100	87
B	1	94
	10	92
	100	90
C	1	95
	10	93
	100	92
D	1	96
	10	94
	100	93

Après les 100 heures d'essai on procède à une mesure de la résistance mécanique du catalyseur dans un appareil LHOMARGI. On obtient les résultats suivants :

Catalyseur	Résistance mécanique
A	35 kg/cm ²
B	78 kg/cm ²
C	15 kg F
D	22 kg F

L'activité pour la conversion de l'oxyde de carbone par l'hydrogène en méthanol est mesurée en faisant passer sur 100 ml de catalyseur sous 100 bars à 250° C et avec une V VH (volume de gaz TPN par volume de catalyseur par heure) un gaz de composition : (en % volume)

25 $\text{CO} = 4,5$
 $\text{CO}_2 = 4$
 $\text{H}_2 = 84$
 $\text{N}_2 = 7,5$

30 A la sortie du réacteur on analyse les produits formés et l'on en déduit la conversion en mole de méthanol par mole de CO et CO_2 à l'entrée du réacteur

2352588

Les principaux résultats obtenus sont donnés ci-après : en activité initiale c'est-à-dire après 48 heures de fonctionnement ($t = 48$) et après 200 heures de fonctionnement ($t = 200$)

5	Catalyseur	Conversion de CO en		Conversion de CO ₂ en	
		CH ₃ OH		CH ₃ OH	
		$t=48$ h	$t=200$ h	$t=48$	$t=200$
	A	51,3	44,1	41,5	34,4
	B	52,4	50,3	43,0	40,7
	C	52,9	51,0	43,1	41,7
	D	53,6	52,1	43,3	41,9

2352582

REVENDICATIONS

- 1 -Catalyseur, caractérisé en ce qu'il est constitué essentiellement de 10-60% en poids d'oxyde de cuivre, 5-40% en poids d'oxyde de zinc et 30 à 70% de ciment hydraulique, la teneur totale en oxyde de cuivre et oxyde de zinc étant de 30 à 70% en poids.
- 5 2 -Catalyseur selon la rev. 1, caractérisé en ce qu'il renferme environ 20-30 % d'oxyde de cuivre, 20-30 % d'oxyde de zinc et 40-60 % de ciment alumineux.
- 3 -Catalyseur selon la rev. 1 ou 2, caractérisé en ce que le ciment alumineux renferme 10-50 % en poids de CaO et/ou BaO et de 30 à 85 % en poids de Al_2O_3 , la teneur totale en CaO, BaO et Al_2O_3 étant d'au moins 70 % en poids.
- 10 4 -Procédé de fabrication d'un catalyseur selon l'une des rev. 1 à 3 caractérisé en ce que l'on mélange intimement un ciment alumineux avec un composé de cuivre et un composé de zinc, en ce qu'on ajoute de l'eau, en ce qu'on laisse durcir le ciment et en ce qu'on chauffe pour convertir les composés de zinc et de cuivre en leurs oxydes.
- 15 5 -Procédé selon la rev. 4, dans lequel on met en forme le mélange avant durcissement du ciment.
- 6 -Procédé selon la rev. 5, caractérisé en ce que la mise en forme se fait par dragéification.
- 20 7 -Procédé selon l'une des rev. 4 à 6 caractérisé en ce que l'on ajoute du carbonate d'ammonium au mélange du composé de cuivre et du composé de zinc.
- 8 -Utilisation du catalyseur selon l'une des rev. 1 à 3 ou obtenu par le procédé de l'une des rev. 4 à 7 dans les réactions de conversion du monoxyde de carbone par l'hydrogène ou par l'eau.
- 9 -Utilisation selon la rev. 8 dans la réaction du monoxyde de carbone avec l'eau, pour la production d'hydrogène.

2352588

10 - Utilisation selon la rev. 8, dans la réaction du monoxyde de carbone avec l'hydrogène, pour la production de méthanol.

This Page Blank (uspto)